

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FOSFITO DE POTASIO PARA
PREVENCIÓN DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL
CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN FINCA “LA VEGA”,
RETALHULEU.**

**T.P.A. VICTOR JOSÉ FLORES MONARES
200730955
MAZATENANGO, AGOSTO DE 2017.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE

AUTORIDADES

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR
OCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano	Director
----------------------------------	----------

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretario
Dra. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Angel Estuardo López Mejia	Vocal
---------------------------------	-------

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Licda. Elisa Raquel Martínez Gonzáles	Vocal
Br. Irrael Estuardo Arriaza Jerez	Vocal

AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA

CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE

Coordinador Académico

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Luis Carlos Muñoz López

Coordinador Carrera de las Carreras de Pedagogía

Lic. Mauricio Cajas Loarca

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,

Abogado y Notario

Licda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

Área Social

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Licda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

**Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la
Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por proveerme de sabiduría y entendimiento durante toda mi formación como profesional.

Mis padres por los consejos, sacrificios y apoyo incondicional que siempre me brindaron.

Sr. Oscar Ralda por su apoyo y consejos durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

Ing. Agr. Juan Luis Gordillo por el asesoramiento durante el Ejercicio Profesional Supervisado y para la culminación del documento de graduación.

Ing. Agr. Francisco Espinoza por su apoyo y consejos durante las correcciones del documento de graduación.

Ing. Agr. Rubén Sosof por su apoyo y consejos para el análisis de los resultados obtenido de la investigación.

Finca “La Vega”, Retalhuleu, Retalhuleu por el apoyo brindado para culminar el Ejercicio Profesional Supervisado.

Universidad San Carlos de Guatemala.

Todos que de alguna manera fueron parte de este proceso como profesional.

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Todo poderoso, que siempre me ha dado la paciencia, sabiduría, resguardo y fortaleza para superar cada barrera que se me ha presentado en las diferentes etapas de la vida.

Mis padres: Francisco Flores Domínguez y Vilma Monares Alvarado por el apoyo incondicional, por los sacrificios ejemplos de esfuerzo y superación, gracias por haber hecho de mi un hombre de bien.

Mis abuelos: Francisco Flores (QEPD), Carlota Domínguez (QEPD), Miguel Monares & Bertha Alvarado (QEPD) por el cariño brindado.

Mis tías: Por sus consejos y apoyo.

Mis primos: Con mucho cariño.

Mis catedráticos: Por compartir su sabiduría y por impulsarme a ser cada día mejor.

Mis amigos: Por su amistad, por su gran apoyo dentro y fuera de este proceso y por los gratos momentos que siempre hemos compartido.

INDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
INDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
1. Marco conceptual.....	2
1.1 Cultivo de plátano.	2
1.1.1 Características económicas del cultivo de plátano.	2
1.1.2 Botánica del plátano.	2
1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de plátano.	3
1.1.3.1 Clima.	3
1.1.3.2 Suelos.	4
1.2 Enfermedades del cultivo de plátano.	4
1.2.1 Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).	4
1.2.1.1 Biología del hongo (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).	5
1.2.1.2 Biología de sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).	6
1.2.1.3 Control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).	6
a. Control cultural.....	6
b. Control Químico	7
1.2.2 Pérdidas e Impacto Económico en el cultivo de plátano por la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)	8
1.3 Fosfito de Potasio	9
1.3.1 Qué es el fosfito	9
1.3.2 Propiedades Agronómicas	9
1.3.3 Funciones del Fosfito de Potasio	10
1.3.4 Mecanismo del Fosfito de Potasio	10
1.3.5 Beneficios del Fosfito de Potasio	11
1.3.6 Dosis y épocas de aplicación de Fosfito de Potasio	11

2. Marco Referencial	13
2.1 Localización geográfica de finca La Vega	13
2.2 Ubicación geográfica de finca La Vega.....	14
2.3 Distribución de las válvulas o áreas de cultivo de plátano en finca La Vega, Retalhuleu.	14
2.4 Cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>).....	15
2.4.1 Descripción de la variedad	15
2.4.1.1 Currare enano chifle (<i>Musa paradisiaca</i>).	15
2.4.1.2 Edad.....	15
2.4.1.3 Distanciamiento.....	16
2.4.1.4 Precipitación	16
2.5 Fosfito de Potasio	16
2.5.1 FOST-ALEXIN-700K	16
2.5.2 Dosis.....	17
2.5.3 Trabajos realizados.....	18
2.5.4 Meister Plus	20
V. OBJETIVOS.....	21
VI. HIPÓTESIS	22
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	23
1. Localización del experimento.....	23
2. Material Experimental.....	23
3. Análisis Estadístico	23
3.1 Diseño Experimental y modelo estadístico	23
3.2 Especificaciones del ensayo	24
3.3 Tratamientos.....	24
3.4 Variable respuesta	25
3.5 Análisis de la información	26
3.6 Prueba múltiple de medias	26
4. Manejo del Experimento.....	26
4.1 Registro semanal de precipitación	26
4.2 Señalización de plantas.....	26
4.3 Aplicación de los tratamientos.....	26

4.4 Cosecha.....	26
5. Datos a tomarse y métodos de evaluación.....	27
5.1 Monitoreo de la enfermedad (%)	27
5.2 Peso del racimo (kg)	29
5.3 Longitud de dedo (pulgadas).....	29
5.4 Diámetro de fruta (pulgadas)	29
6. Análisis económico	29
7. Recursos	29
7.1 Humano	29
7.2 Equipo.....	29
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
IX. CONCLUSIONES	38
X. RECOMENDACIONES.....	39
XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	40
XII. ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Esquema del análisis de la varianza a utilizarse en el experimento	23
2	Tratamientos evaluados	25
3	Grados de la escala de Stover modificada por Gauhl para evaluar la incidencia y severidad de sigatoka negra del plátano.....	27
4	Formato de registro para evolución de sigatoka	28
5	Promedio ponderado de infección de Sigatoka negra de tres tratamientos con <i>Fosfito de Potasio</i> y un testigo relativo	31
6	Análisis de varianza de promedio ponderado de infección de sigatoka (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).....	32
7	Análisis de Varianza de peso neto de plátano por racimo	33
8	Prueba de media Tukey para la variable peso	33
9	Correlación entre tratamientos con aplicación de fosfitos.....	34
10	Análisis de varianza de diámetro de plátano.....	34
11	Prueba de Tukey para la variable diámetro	34
12	Análisis de varianza de longitud de plátano	35
13	Análisis económico de costos parciales de los tratamientos ...	36
14	Registro de precipitación semanal de estación Xolula	37
15	Datos de Cosecha de tratamiento uno, (300 ml/ha de Fosfito de potasio).....	45

Cuadro No.		Pág.
16	Datos de cosecha de tratamiento dos, (500 ml/ha de Fosfito de Potasio)	46
17	Datos de cosecha de tratamiento tres, (1000ml/ha de Fosfito de Potasio)	47
18	Datos de cosecha de tratamiento cuatro, (500 ml/ha de Meister plus) testigo relativo	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1	Desarrollo de (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>).....	5
2	Actividad de deshoje en plantación de plátano de finca La Vega...	7
3	Comparación estructural entre el ácido fosfórico (fosfato) y el ácido fosforoso (fosfito).....	9
4	Mapa de finca La Vega, Retalhuleu con orto foto.....	13
5	Mapa de distribución de áreas en finca “La Vega”	14
6	Presentación comercial de Fosfito de Potasio.....	17
7	Etiqueta de instrucciones de FOST-ALEXIN-700K.....	18
8	Fertilizante completo Meister – Plus	20
9	Escala de Stover modificada por Gauhl, para sigatoka en el cultivo de Plátano	28
10	Mapa de finca La Vega, sin orto foto	43
11	Distribución de los tratamientos	44
12	Plátanos para toma de datos tratamiento tres (1000 ml/ha de Fosfito de Potasio).....	49
13	Pesaje de tratamiento uno 300ml/ha de Fosfito de Potasio.....	50
14	Plátanos para toma de datos tratamiento cuatro testigo relativo...	51
15	Toma de datos de diámetro	52
16	Medición de longitud en plátanos	53

RESUMEN

Finca “La Vega” se encuentra ubicada en el municipio de Retalhuleu del departamento de Retalhuleu localizada en el litoral del pacífico a 208.5 kilómetros de la capital, con Latitud Norte 14°24'53.03", Longitud Oeste 91°51'26.70" a una altura sobre el nivel del mar de 50 metros, con una extensión de 496.32 hectáreas dedicadas a la agricultura, y el cultivo de plátano ocupa 31.46 hectáreas.

El cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) es de los cultivos de principal exportación, el daño de la enfermedad sigatoka negra causada por el hongo (*Mycosphaerella fijiensis*), es una de las principales razones causante del rechazo y desperdicio de la fruta, siendo su principal limitante. La mayoría de tratamientos para su control son productos químicos que vienen a controlar la enfermedad pero incrementando los costos por lo que es necesario recurrir a otras alternativas.

En el área del cultivo de plátano se está estudiando los fosfitos de potasio principalmente por el incremento de las fitoalexinas que son las defensas de las plantas contra ciertas enfermedades fungosas.

En la presente investigación se evaluó los fosfitos de potasio para la prevención de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca “La Vega” en aplicaciones foliares adicionados al fungicida MANCOZEB cuya función es el control de dicha enfermedad.

Las aplicaciones de fosfitos de potasio fueron cuatro con intervalos de 15 días entre aplicación en aquellas plantas que estuvieran próximas a floración con seis meses de edad aproximadamente adicionado al programa fitosanitario para la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), que en la finca se ejecuta, las cuales fueron tres dosis de fosfito de potasio (300, 500 y 1000 ml/ha) y el testigo el cual se realiza en la finca de 500 ml de un fertilizante Meister Plus.

A cada uno de los tratamientos se procedió a hacer muestreos de incidencia y severidad de la enfermedad quince días antes y quince días después de la última aplicación, posteriormente se analizaron los datos mediante un análisis de varianza al 5% para un diseño completamente al azar con el programa de Andeva Nuevo León, los cuales no presentaron diferencias significativas entre el Promedio Ponderado de la Infección (PPI) de cada uno de los tratamientos. La realización de un análisis financiero de los tratamientos evaluados determinó que el mejor tratamiento fue el cuatro con una dosis de 500 ml de Meister plus y un costo USD/ha de 21,557.54.

ABSTRACT

Finca "La Vega" is located in the municipality of Retalhuleu in the department of Retalhuleu located on the pacific coast 208.5 km from the capital, with Latitude North 14 ° 24'53.03 ", West Longitude 91 ° 51 ° 26.70 " At a height above sea level of 50 meters, with an extension of 496.32 hectares dedicated to agriculture, and banana cultivation occupied 31.46 hectares.

The cultivation of banana (*Musa paradisiaca* L.) is one of the main export crops, the damage of the black sigatoka disease caused by the fungus (*Mycosphaerella fijiensis*), is one of the main reasons for rejection and wasted fruit, being its main limitation. The majority of treatments for its control are chemical products that come to control the disease but increase the costs reason why it is necessary to resort to other alternatives.

In the area of banana cultivation, potassium phosphites are being studied mainly by the increase of the phytoalexins that are the defenses of plants against certain fungal diseases.

In the present investigation, potassium phosphites were evaluated for the prevention of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), banana (*Musa paradisiaca*), on "La Vega" farm in foliar applications added to the fungicide MANCOZEB whose function is the control of Said disease.

The applications of potassium phosphites were four with 15-day intervals between applications in those plants that were close to flowering with six months of age approximately added to the phytosanitary program for black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), which on the farm is executed were three doses of potassium phosphite (300, 500 and 1000 ml / ha) and the control was carried out on the 500 ml farm of a Meister Plus fertilizer.

At each treatment, incidence and severity of disease were sampled fifteen days before and 15 days after the last application. Data were then analyzed using a 5% analysis of variance for a completely randomized design with the program of Anadeva Nuevo León, which did not present significant difference between the Weighted Average of the Infection (PPI).

Performing a financial analysis of the treatments evaluated was determined that treatment four with a dose of 500 ml of Meister plus and a USD / ha cost of 21,557.54.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades en los distintos cultivos son un factor importante que los agricultores desean evitar a toda costa pues son las causantes principales de pérdidas en cultivos y el incremento de los costos. El plátano (*Musa paradisiaca*), es una planta clasificada como hierba perenne de gran tamaño que adolece de un verdadero tronco. Es una planta de explotación agrícola. La fruta se clasifica como hortaliza. Su enfermedad principal es la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la cual provoca la necrosis en la lamina foliar, reduciendo el área de fotosíntesis, disminuyendo la producción de fruto en peso y tamaño, hasta provocar la muerte de la planta

Debido a lo anterior con la investigación se buscó encontrar una opción para prevenir la enfermedad de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en donde se determinó por medio de muestreos la incidencia de la sigatoka en la planta.

En la etapa de campo de esta investigación se buscó la reducción del ataque de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca La Vega, ubicada en el municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu, con la aplicación de fosfito de potasio por medio de tres dosis para evaluar el efecto de estos como inductores de resistencia a la enfermedad. Asimismo se evaluó el efecto del fosfito de potasio en la relación en la producción de plátano en kg/ha.

La incidencia de sigatoka en las plantas de plátano (*Musa paradisiaca*) en finca La Vega presentó el mismo comportamiento en cada uno de los diferentes tratamientos evaluados no superando el umbral económico del dos por ciento ponderado , y en producción se obtuvo que el tratamiento con mejores resultados fue el que actualmente en finca La Vega se aplica, siendo el tratamiento cuatro, el cual es un fertilizante foliar completo (Meister plus) con un rendimiento de 52,271.44 kg/ha, y teniendo un costo de 603.52 USD/ha, el más bajo en comparación a los otros tres tratamientos evaluados.

II. MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1 Cultivo de plátano.

1.1.1 Características económicas del cultivo de plátano.

El plátano (*Musa paradisiaca*), es originario de las regiones tropicales húmedas del Sudeste de Asia. Pertenece a la familia de las Musáceas.

El plátano es un fruto que se produce y consume principalmente en los países en vía de desarrollo. Es la fruta tropical más cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales. En el comercio internacional sólo se transa el 1% de la producción mundial, el cual puede ser un producto que cultiven pequeños y medianos productores. Los Estados Unidos y El Salvador son los principales importadores de plátano fresco proveniente de Guatemala. (MAGA, 2013).

De acuerdo a Banguat, (2016), el crecimiento de la actividad agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, estuvo influenciado, en parte, por los cultivos tradicionales, particularmente banano, debido al incremento en la demanda externa.

1.1.2 Botánica del plátano.

Planta: herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas. (León, 2000)

Hojas: se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos.

La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un pecíolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo. Éste lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura,

cubiertas de un polvillo blanco harinoso. De las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores. (León, 2000)

Flores: flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloide. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14. (León, 2000)

Fruto: baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes. La mayoría de los frutos de la familia de las *Musáceas* comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados. (Balacázar, 1999).

1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de plátano.

1.1.3.1 Clima.

El plátano (*Musa paradisiaca*), exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 14° norte, y de los 1 a los 2 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18 °C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 °C y mayores de 45 °C.

En condiciones tropicales, la luz, no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo se alarga. El desarrollo de los hijuelos también está influenciado por la luz en cantidad e intensidad.

La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha.

Los efectos del viento pueden variar, desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de los estomas hasta la laceración de la lámina foliar, siendo el daño más generalizado, provocando unas pérdidas en el rendimiento de hasta un 20%. Los vientos muy fuertes rompen los peciolo de las hojas, quiebran los pseudotallos o arrancan las plantas enteras inclusive. (Frutihortícola, 2015)

1.1.3.2 Suelos.

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*). Son aquellos que presentan una textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limosa, debiendo ser, además, fértiles, permeables, profundos (1,2-1,5 m), bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. El cultivo del plátano prefiere, sin embargo, suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en estación seca, pero que no retengan agua durante la estación lluviosa.

La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%. (Frutihortícola, 2015)

1.2 Enfermedades del cultivo de plátano.

1.2.1 Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

Esta enfermedad es causada por un hongo, el cuál ataca el sistema foliar, causando daños graves en el mismo y en todo su desarrollo si no se controla convenientemente. El patógeno que causa la enfermedad es (*Mycosphaerella fijiensis*) que causa la sigatoka negra.

Según Alarcón & Jimenez, (2012), los síntomas que pueden apreciarse visualmente en el campo por el ataque de sigatoka son pizcas (manchas pequeñas), de color amarillo pálido en el haz de las hojas. Estas se alargan hasta convertirse en estrías largas y amarillas que luego crecen para formar manchas necróticas.

Los primeros síntomas se manifiestan con pizcas de color café-rojizo en el envés de las hojas. Estas pizcas crecen rápidamente, llegando a formar estrías las cuáles crecen y se tornan de color café oscuro o casi negro.

El centro de la lesión se hunde ligeramente y el borde se hace pronunciado, posteriormente este centro se seca y se torna de color gris. Las lesiones se unen cada vez más hasta formar manchas necróticas (quemaduras), con un

halo amarillo, que causan la muerte de la hoja. La Sigatoka negra es más agresiva que la Sigatoka amarilla, por eso es de mayor importancia en las plantaciones plataneras.

La Sigatoka Negra se encuentra presente en todos los países de producción bananera y se considera de gran impacto económico porque disminuye los rendimientos, afectando la productividad de las plantaciones, y por los altos costos para su manejo. (Guzman, 2016)

1.2.1.1 Biología del hongo (*Mycosphaerella fijiensis*).

Es el desarrollo de la enfermedad la cual se encuentra directamente influenciada por las condiciones climáticas, susceptibilidad de la variedad sembrada y el manejo del cultivo. (Álvarez, Pantoja, Gañan, & Ceballos, 2013).



Figura 1. Desarrollo de (*Mycosphaerella fijiensis*).
Fuente: (Álvarez, Pantoja, Gañan, & Ceballos, 2013).

Las zonas más afectadas por la sigatoka se caracterizan por tener una precipitación mayor a 1,400 mm anuales, humedad relativa mayor al 80% y temperatura promedio entre 23 a 28 °C.

La enfermedad es más agresiva en épocas lluviosas, debido a la presencia continua de una lámina de agua sobre las hojas que favorece los procesos de liberación e infección de esporas (Álvarez, Pantoja, Gañan, & Ceballos, 2013).

1.2.1.2 Biología de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), se reproduce en forma asexual y sexual. La reproducción asexual se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los conidios aparecen en conidióforos sencillos que emergen de los estomas, principalmente por la superficie abaxial de las hojas. Los conidios se dispersan por el salpique de la lluvia y se asocian con la diseminación de la enfermedad a corta distancia. La fase sexual, de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad, se produce en las lesiones maduras, en estructuras denominadas pseudotecios, en cuyo interior se encuentran las ascosporas, las cuales son liberadas al ambiente en períodos de alta humedad para ser dispersadas hasta largas distancias por las corrientes de aire. (CORBANA, 2016).

1.2.1.3 Control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

a. Control cultural.

De acuerdo a (Alarcón & Jimenez, 2012), el control cultural está orientado a reducir las fuentes de inóculo del patógeno y a mejorar las condiciones de la planta de plátano (*Musa paradisiaca*) para minimizar el impacto de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), se tienen en cuenta las siguientes prácticas:

- Usar material de siembra certificado y/o sano.
- Construir drenajes para evitar saturación de agua en el suelo.
- Sembrar cultivos asociados como maíz y café.
- Aplicar fertilizante mineral que aporte especialmente Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca) y suplementar con la aplicación de materia orgánica, lixiviados de raquis de plátano y biofertilizantes.
- Deshoje: Se recomienda si la hoja está afectada en su totalidad o en más del 50%. En caso contrario debe hacerse cirugía, es decir, remover

fragmentos de la hoja afectada con estados 3 a 6, cada 15 días en época de lluvias y 20 a 30 días en épocas secas. Las hojas deben ser trozadas para acelerar su degradación en el suelo

- Manejo de malezas, plagas, nematodos fitoparásitos y otras enfermedades del cultivo.



Figura 2. Actividad de deshoje en plantación de plátano de finca La Vega.

Fuente: el autor, 2016.

b. Control Químico

De acuerdo a Asencio, (2004), la aplicación de fungicidas para proteger las hojas jóvenes y mantenerlas sanas y funcionales la mayor parte del tiempo es la practica principal. Una buena preparación de mezclas y cobertura en la aplicación, adecuado monitoreo de la evolución de la epidemia y la escogencia del fungicida apropiado, tampoco deben descuidarse en un

programa de control. Los fungicidas utilizados pueden mencionarse dos grandes grupos:

Contacto: Estos fungicidas impiden la infección, su ingrediente activo es MANCOZEB que, constituye una barrera entre el inoculo y la hoja, por lo que deben aplicarse antes de la deposición del inoculo si es que no hay redistribución de los productos de áreas tratadas a las no tratadas dentro de la misma planta. Estos fungicidas no son absorbidos ni transportados dentro de la planta. De allí que estos requieran aplicaciones más frecuentes debido a la emergencia constante de hojas nuevas. Estos fungicidas son aplicados con intervalos entre 7 y 10 días, solos o en cócteles con sistémicos.

Sistémicos: Son absorbidos por las hojas cuando se aplican ya sea en el envés o el haz e inhiben el desarrollo del hongo, cuyo ingrediente activo es el DIFENOCONAZOL; es decir detienen infecciones ya establecidas. Aquí tenemos los grupos de morfolinas, triazoles, benzimidazoles, estrobirulinas, spiroketalaminas, pirimidinas. Los fungicidas sistémicos son aplicados con aceite en dosis que varía de 3-7 litros por hectárea. La dosis de aceite dependerá de la temperatura, estación del año y presión de la enfermedad. Durante la estación lluviosa normalmente se usan las dosis de aceite más altas (Asencio, 2004)

1.2.2 Pérdidas e impacto económico en el cultivo de plátano por la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

Según SAGARPA, (2013), la enfermedad de la Sigatoka es particularmente devastadora. Bajo condiciones favorables, la necrosis de las hojas puede reducir los rendimientos de 35-50%, y muchos cultivares que son importantes y comúnmente sembrados son susceptibles. En 1995 el costo medio para controlar esta enfermedad fue de \$1500/ha/año. Anualmente, una plantación típica necesita de 38-50 fumigaciones, y estas aplicaciones de fungicidas pueden subir aproximadamente en un 30% los costos de producción. En Centroamérica, la Sigatoka puede añadir un 27% del costo total de producción, mientras que las otras enfermedades y plagas suben solamente del 3-5% de la totalidad del costo de producción.

Generalmente es necesario mantener una cantidad mínima de cinco hojas en la planta hasta el tiempo de cosecha para que la calidad de las frutas sea estable durante el transporte. Las frutas de plantas gravemente enfermas son propensas a ablandarse prematura e irregularmente. Esto constituye una preocupación grave para los que producen fruto para exportación debido a las exigencias rígidas de los consumidores en los países desarrollados.

Aunque operaciones a gran escala pueden asimilar el costo de la fumigación, la mayoría de los productores pequeños no pueden permitirse el lujo de

controles químicos y por eso son más propensos a sufrir pérdidas. Esto pone una preocupación seria en los programas destinados a garantizar la comida a los agricultores de subsistencia, particularmente para los que dependen de plátanos para cocinar en sus dietas. En muchos lugares del mundo, principalmente en países del Caribe y ciertos países centroamericanos, los plátanos constituyen un alimento básico primario (Balacázar, 1999).

1.3 Fosfito de Potasio

1.3.1 Qué es el fosfito

El fósforo (P) es un elemento esencial requerido por todos los organismos vivos. El P en forma elemental no aparece en la naturaleza porque es muy reactivo, se combina rápidamente con otros elementos como oxígeno (O) e hidrógeno (H). Cuando se oxida completamente, el P se une con cuatro átomos de O para formar la conocida molécula de fosfato. Sin embargo, cuando no se oxida completamente un átomo de H ocupa el lugar del O y la molécula resultante se denomina fosfito (**Figura 3**). Este aparentemente simple cambio en la estructura molecular causa diferencias significativas que influyen la solubilidad relativa del material y afectan la absorción y metabolismo de las plantas (Lovat & Mikkelsen, 2006).

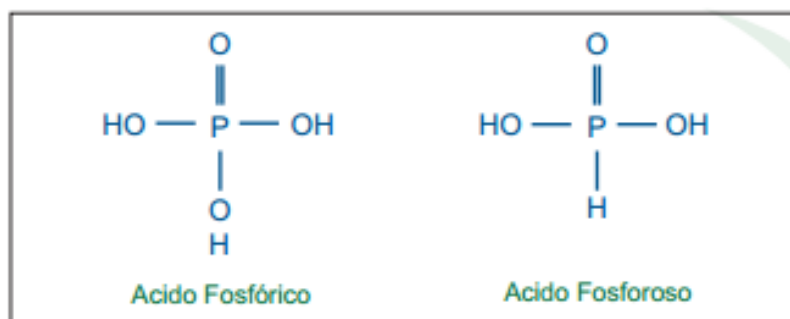


Figura 3. Comparación estructural entre el ácido fosfórico (fosfato) y el ácido fosforoso (fosfito).
Fuente: (Lovat & Mikkelsen, 2006)

El ácido fosforoso (H_3PO_3) y su sal (fosfito) contiene concentraciones de P (39%) más altas que los fertilizantes fosfatados (32%) basados en ácido fosfórico (H_3PO_4). Las sales de fosfito son generalmente más solubles que las sales análogas de fosfato. (Lovat & Mikkelsen, 2006)

1.3.2 Propiedades Agronómicas

De acuerdo a Lovat & Mikkelsen, (2006) :

- Incrementa la resistencia de la planta contra las enfermedades.

- Fortalece el tallo y las raíces contra ataques de *Mildiu* y *Phytophthora*.
- Previene enfermedades y podredumbres típicas por las condiciones de alta humedad, en todo tipo de cultivos.
- Aumenta la cantidad de citoquininas y amilasas en las plantas, principales exponentes de la autodefensa de la planta.

1.3.3 Funciones del Fosfito de Potasio

El potasio regula la apertura estomática, por ende, regula la respiración y transpiración en la planta. Participa en la formación de proteínas e hidratos de carbono (almidón y celulosa). Mejora la resistencia a la sequia, heladas y enfermedades, aumenta la resistencia mecánica de los tallos, mejora el sistema radicular, provee floración, llenado y maduración de los frutos. (Frutihortícola, 2015).

En revisión de literatura AGROTEMARIO, (2012) , indica que es un producto comercial (una sal de fosfanato de aluminio denominado Fosetyl-A), demostró que se movía desde las hojas hacia las raíces por el floema en forma de fosfito y proporcionaba control de algunas enfermedades radiculares.

Existe evidencia que el fosfito se adsorbe o fija en menor grado que el fosfato a los minerales del suelo. Esta propiedad podría usarse para mejorar la movilidad del P aplicado en banda o por medio de un emisor de goteo en el suelo. Este posible beneficio no se ha investigado en detalle. Sin embargo, se ha utilizado la mayor solubilidad en la formulación de fertilizantes basados en fosfito como fosfitos de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). Se han realizado varios estudios para determinar la efectividad de fosfito aplicado al suelo como fuente de nutrientes para los cultivos. Los primeros trabajos con estos materiales se enfocaron en los efectos tóxicos del fosfito y ácido fosforoso cuando se usan como fuente principal de P en una variedad de cultivos. (Lovat & Mikkelsen, 2006).

1.3.4 Mecanismo del Fosfito de Potasio

Erwin & Ribeiro, (1996) , expone lo siguiente: algunas esporas de la enfermedad son reconocidas directamente, pero la enfermedad enmascara su reconocimiento con supresores, entonces el reconocimiento falla en la interface celular del hospedero y solo una débil señal llega al núcleo de la célula, lo que retarda la respuesta de defensa de la planta. El patógeno es afectado por el fosfito, los supresores disminuyen o no se producen, la célula vegetal reconoce la enfermedad, el fosfito estimula a las células defensivas como fitoalexinas y proteínas para que anulen el vigor de la enfermedad; los órganos defensivos envían –señales de alarma las células que aún no han sido atacadas, luego, los polisacáridos engrosan la pared celular, entregando una protección adicional a la

célula, con lo cual la enfermedad es limitada o eliminada por esta respuesta de la célula vegetal.

1.3.5 Beneficios del Fosfito de Potasio

De acuerdo a Ceballos Guzman & Luna Ercilla, (2012), un primer efecto produce una respuesta sistémica inducida por los fosfitos hacia la formación de elicitores, que inducen la producción de defensas naturales en la planta, provocando un retardo en el desarrollo y/o control del patógeno.

Induciendo la producción de fitoalexinas, ácidos Salicílicos, clorogénico, cafêico y ciertas enzimas hidrolíticas, estas sustancias actúan en defensa de la planta frente al ataque de hongos.

Estimulan el crecimiento y actúan sobre los mecanismos de autodefensa de las plantas, protegiendo a las plantas en tronco, cuello y raíz contra muchas enfermedades, causadas por bacterias u hongos.

La gran movilidad de los fosfitos en la planta confiere característica sistémica, siendo aplicados en las hojas actúa en toda la planta, incluso en las raíces. con una alta inducción a mayor síntesis de proteínas patogénicas que reducen un ataque fúngico limitando o eliminando los procesos infecciosos. (Ceballos Guzman & Luna Ercilla, 2012)

1.3.6 Dosis y épocas de aplicación de Fosfito de Potasio

Según Doberman, Cassman, Mamaril, & Sheely, (1998), el *Fosfito de Potasio* es un producto que puede ser aplicado en primavera y otoño o en cualquier otro momento en el que las condiciones climáticas o agronómicas así lo requieran (después de fuertes lluvias, humedad excesiva, altas demandas de nutrientes, etc.).

Puede ser aplicado en pulverización foliar o en riego por goteo a todo tipo de cultivo donde se requiera incrementar peso y calidad de frutos.

El *Fosfito de Potasio* debe ser aplicado al suelo o al follaje. Al suelo debe ser aplicado con la ayuda de una bomba manual de espalda, dirigido a la base de la planta; y, al follaje, por aspersión, previamente diluido en agua y su concentración no debe ser mayor al 10%.

Foliar: 1 a 1.5 L/ha.

Suelo: 1 a 3.0 L/ha.

De acuerdo a AGROTEMARIO, 2012), se debe aplicar mezclado con fungicidas sistémicos ya que aportan efectos de control y prevención frente a enfermedades fungosas y bacterianas. Así mismo, sugiere mezclarlo con productos botricidas, dirigidos al botón floral en ornamentales ya que potencia el control. Además indica que se debe aplicar continuamente en temporadas de incidencia de enfermedades (épocas lluviosas y vientos).

2. Marco Referencial

2.1 Localización geográfica de finca La Vega

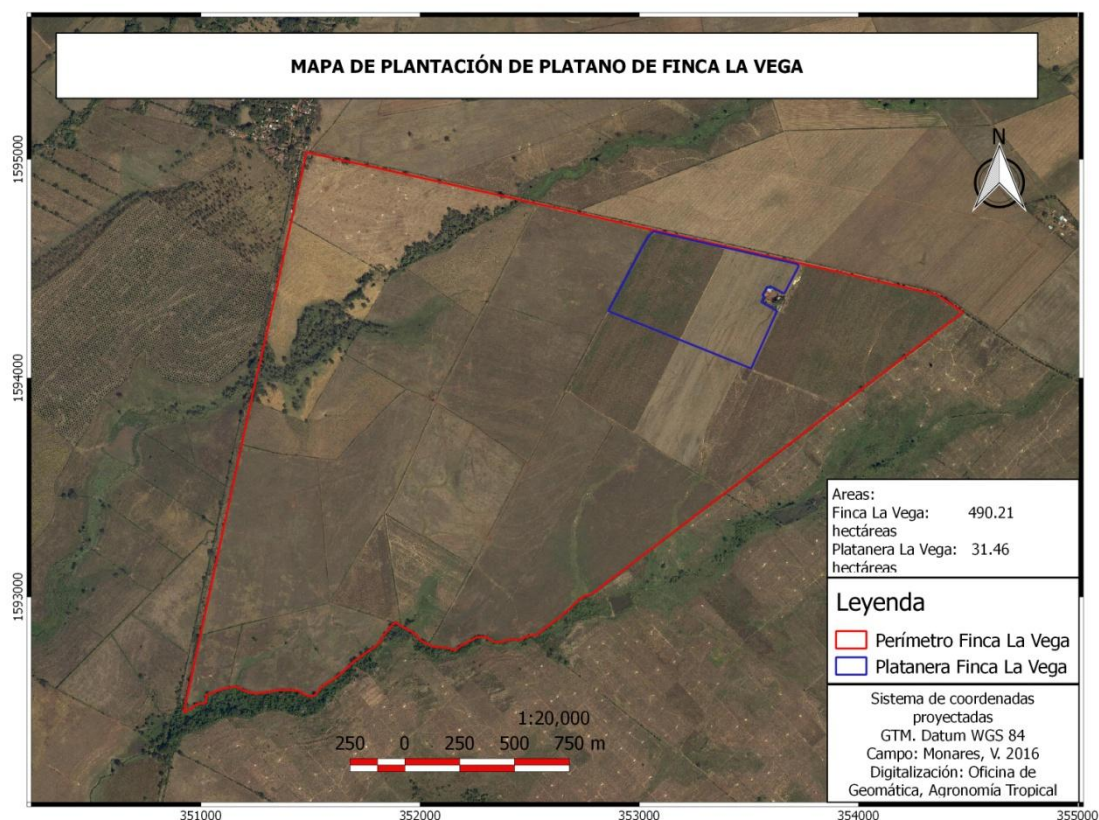


Figura 4. Mapa de finca La Vega, Retalhuleu con orto foto.
Fuente: el autor, 2016.

La finca La Vega se encuentra ubicada en el municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu teniendo acceso en el kilómetro 208.5 carretera hacia municipio de Champerico, colinda al norte con finca La Naco, al sur con finca La Cuchilla y el parcelamiento Cajola, al este, con finca Mangrullo y al oeste con el parcelamiento Cajolá de Retalhuleu.

2.4 Cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*)

2.4.1 Descripción de la variedad

2.4.1.1 Currare enano chifle (*Musa paradisiaca*).

Es una planta de 1.90 hasta 2.25 m de altura, desarrolla un racimo que puede tener entre 54 y 60 dedos, dependiendo de las condiciones agronómicas en que se desarrolla. Esta variedad es más susceptible a la incidencia de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Var. *Difformis*). También sufre estrés bajo condiciones de exceso o déficit hídrico. (Guzman, 2016)

Los suelos aptos para el desarrollo de ésta variedad son los franco-arenosos o franco-arcillosos. Los suelos con alto porcentaje de arenas hacen que las plantas se desarrollen raquíticamente y que los racimos reduzcan su longitud y calibre en los dedos (Guzman, 2016).

Por su alto potencial en el número de dedos y rendimiento en la zona sur y sur occidental de la república de Guatemala, ésta variedad ha desplazado al macho y la mayoría de productores se inclinan por ella. Sus dedos tienen una coloración verde pálida, la misma está asociada a las densidades de siembra que actualmente se utilizan, (1ra. cosecha 2500 y 2da. en adelante 2000). El tamaño de sus dedos como máximo se han encontrado entre 30 y 33 cm de longitud (desde el cuello hasta la punta) y el mínimo 26 centímetros. (Guzman, 2016)

Simmons, Taran, & Pinto, (1959), reporta que los suelos de finca La Vega, pertenecen a la división fisiográfica del declive del pacífico caracterizados por pendientes suaves 2 %. Estos suelos se clasifican en la serie Champerico de textura arcillo-arenoso con color café oscuro, su estructura representativa es la granular fina. De acuerdo a su origen se pueden agrupar como: de clase volcánica y por su vocación se encuentra en las clases agrologicas: I, II, III, IV. Y su PH varia de 5.5 a 6.8 y la topografía es de un relieve semi-ondulado.

2.4.1.2 Edad

El cultivo en la finca la Vega es de reciente introducción, ya que fue sembrado en dos fases siendo la primer fase sembrada en abril del 2015 y la segunda fase en octubre del mismo año. Las plantas donde se

realizó el experimento fueron aquella donde estuvieran próximas a parir con una edad de seis meses (Contreras, 2016)

2.4.1.3 Distanciamiento

El distanciamiento en finca La Vega, es de 2.5 ms * 1.8 ms, y a cada cuatro plantas una doble por lo que se tiene una densidad aproximada de 3,000 plantas por hectárea, lo cual es una densidad alta. (Ralda, 2016)

2.4.1.4 Precipitación

En revisión de literatura MAGA, (2013) expone que las precipitaciones de baja intensidad y humedades relativas altas favorecen la presencia de esporas en el aire, mientras que lluvias mayores de 20 milímetros las restringen considerablemente.

En finca “La Vega”, se tiene una temperatura media de 35° C, precipitación promedio anual de 1217.8 mm a una altura en metros sobre el nivel del mar de 0, una humedad relativa mensual promedio del 83%.

2.5 Fosfite de Potasio

2.5.1 FOST-ALEXIN-700K

Es una formula nutricional desarrollada para incrementar las defensas propias de las plantas. Puede ser aplicado en pre siembra, banda lateral, riego por goteo, micro aspersión, avance frontal, drench, por compuertas, side roll, por cañón, en hidroponía, en fumigación aérea.

Producen e incrementan la producción de fitoalexinas que son compuestos químicos sintetizados por el propio vegetal que le protegen frente a ataque de hongos endoparásitos, principalmente omicetos (hongos productores del aguado en cítricos, podredumbre en cultivos leñosos y la mayoría de micetos en hortícolas y viña). (Potenz, 2016).

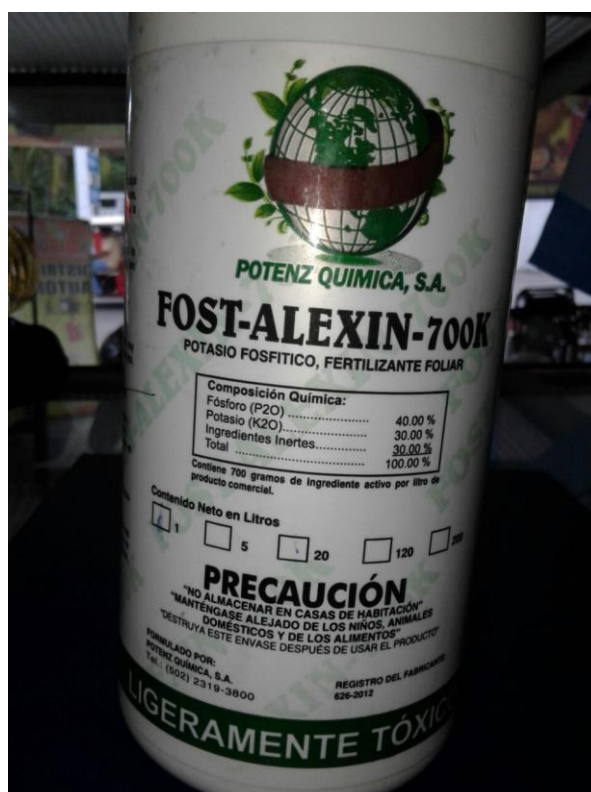


Figura 6. Presentación comercial de *Fosfito de Potasio*.

Fuente: el autor, 2016.

2.5.2 Dosis

En una investigación (Ramirez, Castaño, Villegas, & Aristizabal, 2016), sobre Efecto de inductores de resistencia sobre sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano, realizada en el municipio de Antioquia, Colombia; determinaron que el uso de *Fosfito de Potasio* obtuvieron mejores resultados en las dosis de 300 ml/ha y 500 ml/ha de *Fosfito de Potasio* en ambas se observó una reducción significativa en el Índice de Severidad (IS) de las sigatokas.

Y en la ficha técnica (Potenz, 2016), para musáceas recomienda una dosis de 1-1-2 L/ha, ver figura siete.

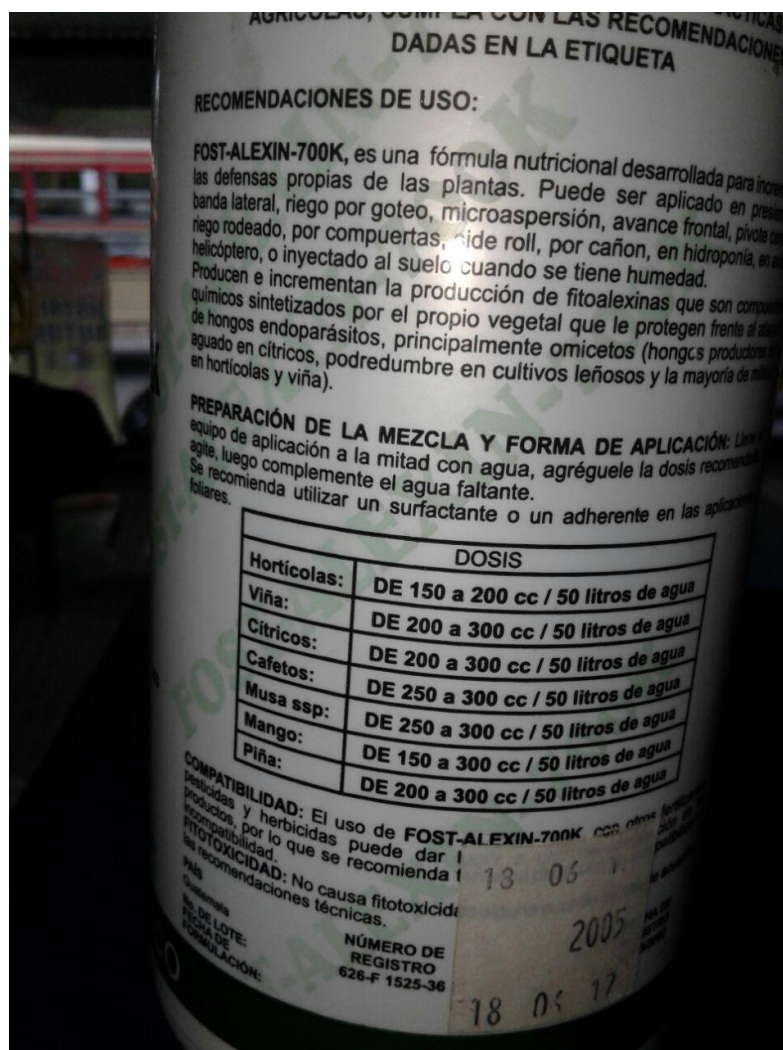


Figura 7. Etiqueta de instrucciones de FOST-ALEXIN-700K
Fuente: el autor, 2016.

2.5.3 Trabajos realizados

Según investigación realizada por Ramirez, Castaño, Villegas, & Aristizabal, (2016) sobre inductores de resistencia como alternativa se ha venido implementando frente al control de enfermedades en otros patosistemas pero de manera limitada en el cultivo del plátano contra (*Mycosphaerella fijiensis*). Ya este mecanismo se le ha denominado Resistencia Adquirida Sistemática (RSA) y consiste en la expresión de respuestas por parte de la planta luego de la infección por un patógeno o de manera similar por el tratamiento con inductores de resistencia.

Estas respuestas consisten en el incremento del entrecruzamiento de las microfibrillas de celulosa, incrustadas en una matriz compuesta de pectina y hemicelulosa, dando como resultado el aumento de la lignificación de las paredes celulares; síntesis de novo de fitoalexinas; síntesis de novo de fito-

alexinas; síntesis de proteínas relacionadas con patogénesis (PR) y respuesta de hipersensibilidad.

Según Mogollón & Castaño, (2011), el tratamiento con *Fosfito de Potasio* causó mayor rigidez en las hojas en plántulas de Dominico-Harton tratadas con ASM, lo (Greenber, 1997), atribuye a los inductores de resistencia la capacidad de incrementar el entrecruzamiento de los componentes de la pared celular, aumentando la lignificación y formación callosa de la misma, creando una barrera física contra los patógenos.

El *Fosfito de Potasio* ha sido utilizado para el control, principalmente, de Oomycetes y, en menor grado, de nematodos. Además de ejercer una acción directa sobre el patógeno interviene en el metabolismo de la planta, mediante cambios hormonales y químicos, que incrementan el llenado de frutos y el rendimiento en cultivos de aguacate y de cítricos (Ramirez, Castaño, Villegas, & Aristizabal, 2016).

En una investigación (Mogollón & Castaño, 2011), determinaron que el *Fosfito de Potasio* dio resultados similares al fungicida propiconazoles con respecto al control de la enfermedad Sigatoka negra y amarilla en plántulas de plátano dominico Hartón.

Como un ejemplo de los efectos benéficos del fosfito de potasio (Albrigo, 1999), se pueden citar datos de dos estudios diferentes. En el primero, se evaluó la respuesta a una sola aplicación foliar de fosfito antes de la floración a naranjas valencia en Florida. Esta aplicación incrementó significativamente el número de flores, rendimiento y total de sólidos solubles a la cosecha, 10 meses después de la aplicación. En el segundo estudio conducido en California, con naranjas naval que recibieron aplicaciones foliares de fosfito en Mayo y Julio produjeron fruta de mayor valor comercial sin reducir el rendimiento.

Estos resultados sugieren que el efecto de la aplicación de los materiales basados en fosfito no fue a las propiedades fungicidas de la molécula, sino a otras propiedades estimulantes del crecimiento (Mogollón & Castaño, 2011).

2.5.4 Meister Plus

5.5.4.1 Descripción

Es una formula nutricional liquida completa, diseñada para complementar el equilibrio nutricional que requieren los cultivos.

2.5.4.2 Composición química

Nitrógeno	4.5%	Cobre	1,000 ppm
Fosforo	2.0%	Zinc	5,000 ppm
Potasio	2.0%	Hierro	2,500 ppm
Magnesio	2,000 ppm	Manganeso	1,500 ppm
Molibdeno	250 ppm	Ácido Húmico	6.0%
Calcio	1,250 ppm	Ácido Fulvico	2.5%
Azufre	2,250 ppm	ATP	10.0%



Figura 8. Fertilizante completo MEISTER - PLUS
Fuente: el autor, 2016

V. OBJETIVOS

General:

- Evaluar tres dosis de *Fosfito de Potasio* para la prevención de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca La Vega, Retalhuleu, Retalhuleu.

Específicos:

- Determinar el efecto del *Fosfito de Potasio* sobre la resistencia de la planta a la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).
- Determinar la incidencia de daño foliar provocado por la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*).
- Elaborar un análisis económico de los tratamientos evaluados
- Comparar efecto de los tratamientos sobre rendimiento (kg/ha) de plátano (*Musa paradisiaca*).

VI. HIPÓTESIS

Ha: Al menos una dosis de *Fosfito de Potasio* presentará un mejor efecto en la prevención de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

Ho: Todas las dosis de *Fosfito de Potasio* tendrán el mismo efecto en la prevención de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización del experimento

La investigación se realizó en finca “La Vega” del municipio de Retalhuleu, Retalhuleu.

2. Material Experimental

El material experimental fueron tres dosis de *Fosfito de Potasio* en el cultivo de plátano variedad Currare enano o Chifle.

3. Análisis Estadístico

3.1 Diseño experimental y modelo estadístico

Para la evaluación del presente trabajo se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

El modelo estadístico del diseño se describe a continuación:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, b$$

y_{ij} = variable respuesta de porcentaje ponderado de infección de sigatoka en plantas de plátano y del rendimiento en kg/ha, en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento con *Fosfito de Potasio*.

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento de *Fosfito de Potasio*.

E_{ij} = Error aleatorio.

Cuadro 1. Esquema del análisis de la varianza a utilizarse en el experimento.

F.V.		G.L.
Repeticiones	r-1	4
Tratamientos	t-1	3
Error experimental	t(r-1)	12
Total	(t*r)-1	19

Fuente: el autor, 2016.

3.2 Especificaciones del ensayo

El ensayo se manejó en parcela bruta y parcela neta para reducir el error experimental siendo los datos tomados como la incidencia de la sigatoka y el rendimiento de producción de la parcela neta

Número de repeticiones	5
Número de tratamientos	4
Total de unidades experimentales	20
Total plantas parcela bruta	27
Total plantas parcela neta	4
Área parcela bruta	121.5 m ²
Área total del ensayo	2430 m ²

3.3 Tratamientos

Se evaluaron tres dosis de un producto nutricional foliar de Fosfito de Potasio en hoja de plátano (*Musa paradisiaca*), como alternativa para la prevención de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), más un tratamiento como testigo relativo Meister plus, el cual es el que la finca “La Vega” utiliza, adicionados en las aplicaciones de fungicidas de MANCOZEB. (Ver cuadro dos).

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Productos	Dosis ml/ha
1	Alternativa 1 (Mezcla de componentes)	
	FOST-ALEXIN-700K	300
	Manzate (MANCOZEB)	3000
	Acondicionador de dureza y pH	150
	Adherente y dispersante	250
2	Alternativa 2 (Mezcla de componentes)	
	FOST-ALEXIN-700K	500
	MANCOZEB	3000
	Acondicionador de dureza y pH	150
	Adherente y dispersante	250
3	Alternativa 3 (Mezcla de componentes)	
	FOST-ALEXIN-700K	1000
	MANCOZEB	3000
	Acondicionador de dureza y pH	150
	Adherente y dispersante	250
4	Alternativa cuatro (Mezcla de componentes)	
	MEISTER-PLUS	500
	MANCOZEB	3000
	Acondicionador de dureza y pH	150
	Adherente y dispersante	250

Fuente: el autor, 2016

3.4 Variable respuesta

Porcentaje del promedio ponderado de la infección de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el área foliar de plátano y rendimiento en kg/ha de plátano (*Musa paradisiaca*).

3.5 Análisis de la información

El porcentaje de incidencia de la sigatoka por tratamiento y el rendimiento de producción kg/ha, longitud y diámetro del plátano se analizó con un paquete estadístico para un diseño completamente al azar.

3.6 Prueba múltiple de medias

En los casos en los que se obtuvo diferencia altamente significativa (1%) entre los tratamientos de acuerdo al ANDEVA, se realizó una comparación múltiple de medias, para lo cual se efectuara la prueba de tukey al factor dosis de *Fosfito de Potasio* (5%).

4. Manejo del Experimento.

4.1 Registro semanal de precipitación

Se tomaron las lecturas registradas por la estación meteorológica XOLUTA que el Instituto de Cambio Climático (ICC), tiene en la zona donde se ubica finca La Vega, para observar el comportamiento de esta semanalmente.

4.2 Señalización de plantas

Se procedió a señalar las plantas donde se aplicaron los diferentes tratamientos haciendo uso de cintas de cuatro diferentes colores para su identificación de acuerdo al tratamiento.

4.3 Aplicación de los tratamientos

Con una mochila de aspersión por motor de 16 litros, se aplicaron foliarmente cada una de las soluciones y dosis señaladas en los tratamientos.

La aplicación se repitió cuatro veces con un intervalo de diferencia de 15 días cada tratamiento.

4.4 Cosecha

Se cosecharon los racimos, se pesaron y se evaluaron características correspondientes a la agronomía y calidad de frutos.

5. Datos a tomarse y métodos de evaluación

5.1 Monitoreo de la enfermedad (%)

Se definieron los grados de acuerdo al daño presente en la hoja de acuerdo a la metodología establecida por el método de Stover modificada por Gauhl.

Cuadro 3. Grados de la escala de Stover modificada por Gauhl para evaluar la incidencia y severidad de sigatoka del plátano.

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% de área foliar enferma
3	De 6 a 15% de área foliar enferma
4	De 16 a 33% de área foliar enferma
5	De 34 a 50% de área foliar enferma
6	Más del 50% de área foliar enferma

Fuente: (SAGARPA, 2013).

El cuadro tres indica en seis escalas la clasificación del grado de la hoja de acuerdo al daño presentado. Las hojas sin síntomas en estado de mancha se considerarán como sanas y se registrarán como cero. Para una mejor interpretación se tomó como guía la misma escala en forma ilustrativa para facilitar la determinación del grado al cual pertenecerá la hoja dañada.

5.2 Peso del racimo (kg)

Se pesaron los racimos de cuatro plantas por parcelas netas de cada uno de los tratamientos. Para ello fue necesario separar los frutos o dedos del raquis actividad que comúnmente se le denomina desmane, y posterior al pesaje en una balanza graduada en kilogramos.

5.3 Longitud de dedo (pulgadas)

Se midió el largo de cada uno de los frutos o dedos con ayuda de una cinta métrica y se registró en pulgadas, *ver cuadros de registro en anexos*.

5.4 Diámetro de fruta (pulgadas)

Se calibró en el día del corte en la empacadora, con la ayuda de un calibrador estándar o vernier específicamente en la parte de media longitudinal del fruto, *ver cuadro de registro en anexos*.

6. Análisis económico

Se estableció de acuerdo con el número de aplicaciones foliares. Posteriormente se determinó la utilidad bruta con los ingresos y el precio que estuvo en el mercado; se utilizó el presupuesto parcial descrito por el programa de economía del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1998).

7. Recursos

7.1 Humano

- Estudiante EPSAT
- 2 jornales
- Encargado de la plantación.

7.2 Equipo

- 2 mochilas de motor
- 6 litros de FOST-ALEXIN-700K
- 2 litros de Meister Plus

- 8 litros de MANCOZEB
- 600 ml de corrector de dureza y pH
- 1 lt de adherente y dispersante
- 600 litros de agua
- Calibrador o vernier
- Cinta métrica
- Balanza
- Computadora
- Gasolina regular
- Aceite Stihl
- Computadora
- Machete
- Cuchilla desmanadora
- Lápiz

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación consistió en evaluar tres dosis de fosfito de potasio con el fin de prevenir la presencia de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca La Vega, Retalhuleu.

Para finca La Vega, la comercialización de los frutos para mercado de exportación depende principalmente de la longitud y diámetro del fruto que exige el mercado internacional.

1. Promedio ponderado de infección (%)

Los datos del promedio ponderado de infección son los siguientes:

Cuadro 5. Promedio ponderado de infección (%) de Sigatoka negra de tres tratamientos con Fosfito de Potasio y un testigo relativo.

TRATAMIENTO	REPETICION				
	I	II	III	IV	v
1	1.15	1.18	1.21	1.35	1.53
2	1.21	1.34	1.17	1.87	1.6
3	1.18	1.43	1.73	1.85	1.68
4	1.04	1.31	1.33	1.55	1.43

Fuente: el autor, 2016.

Los datos obtenidos fueron similares en cada muestreo de cada tratamiento presentando similitud en los porcentajes de infección, por ello se realizó un análisis de varianza para determinar si había diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos y así poder determinar el mejor tratamiento.

En el cuadro cinco se observan cada uno de los cinco muestreos que se realizaron a cada uno de los tratamientos para evaluar la incidencia de la sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), bajo tres distintas dosis de Fosfito de Potasio como preventivo en el desarrollo de la enfermedad y teniendo un testigo, al cual representa el tratamiento cuatro que normalmente se practica en la finca.

Cuadro 6. Análisis de varianza de promedio ponderado de infección de Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.041739	0.013913	1.4565	0.263
ERROR	16	0.152838	0.009552		
TOTAL	19	0.194576			

Fuente: el autor, 2016.

Con los datos obtenidos en cada uno de los muestreos de la incidencia se procedió a realizar el análisis de varianza en el cual se obtuvo que el experimento se manejó muy bien, ya que el coeficiente de varianza fue de 8.27% entre el rango permisible. Esto indica que sí se tuvo un buen manejo del experimento pues está por debajo del 20%. Se determinó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos lo cual indica que con las tres diferentes dosis de *Fosfito de Potasio* la enfermedad se desarrolló de la misma forma al igual que con el testigo. Debido a los resultados obtenidos es adecuado realizar un análisis económico de cada uno de los tratamientos y con ello indicar la de más bajo costo.

Se realizó una regresión lineal entre la precipitación registrada durante la aplicación de los tratamientos y la incidencia de la sigatoka dentro de cada uno de ellos obteniéndose que existe una fuerte relación lineal inversa entre precipitación e incidencia de 0.82.

2. Peso del racimo (kg)

En la variable de producción se buscó evaluar el efecto de los tratamientos en el peso neto racimo. Se presenta a continuación en el cuadro siete el respectivo análisis de varianza para dicha variable.

Cuadro 7. Análisis de varianza de peso neto de plátano por racimo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	1087.242188	362.414063	10.77	0.00
ERROR	76	2557.421875	33.650288		
TOTAL	79	3644.664063			

Fuente: el autor, 2016.

Respecto a la variable de peso se obtuvo un coeficiente de variación en el manejo del experimento de 15.87%, con un nivel de confianza del 95%. Se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos por lo cual se procedió a hacer la prueba de media de tukey al 5%.

Cuadro 8. Prueba de media Tukey para la variable peso.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	41.1575 A
3	39.1275 A
1	33.4335 B
2	32.4540 B

Fuente: el autor, 2016.

Con un nivel de significancia del 5% se logró determinar que el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento cuatro el cual consistió en la aplicación de un fertilizante completo el que actualmente se aplica en la unidad productiva (testigo), ya que tiene un costo de Q.188.60 por hectárea y un rendimiento de 52,272.44 kilogramos por hectárea, siguiendo el tratamiento tres el cual fue de un litro de Fosfito de Potasio por hectárea.

Se realizó un análisis de covarianza (*ver cuadro nueve*), entre los tratamientos que solo se les aplicó fosfito de potasio dando como resultado que están fuertemente relacionados la producción de plátano en kg/ha con dosis de fosfitos de potasio pudiéndose observar en el siguiente cuadro la correlación de los tratamientos:

Cuadro 9. Correlación entre tratamientos con aplicación de fosfitos

<i>Tratamiento</i>	1	2	3
1	1		
2	-0.1280166	1	
3	0.26012999	0.01972082	1

Fuente: el autor, 20016.

3. Diámetro de fruta (pulgadas)

Según el análisis de varianza, presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Se obtuvo una media general de 4.78 pulgadas y un coeficiente de variación de 11.23%. Por lo cual se procedió a realizar una prueba de medias al 5%.

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de plátano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2.574219	0.858073	2.9807	0.036
ERROR	76	21.878296	0.2087872		
TOTAL	79	24.452515			

Fuente: el autor, 2016.

Cuadro 11. Prueba de tukey para la variable diámetro.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	5.0500 A
1	4.8215 AB
3	4.6640 B
2	4.5785 B

Fuente: el autor, 2016.

Se determinó que para la variable de diámetro el mejor resultado fue con el tratamiento cuatro (testigo) el que actualmente se aplica en la finca con mejor rendimiento sobre el resto de los tratamientos, siguiéndole el tratamiento uno el cual fue con dosis de Fosfito de Potasio a 300 ml por ha.

4. Longitud (pulgadas)

La longitud mínima para exportación en fruta de primera es de 10 pulgadas, por ello se busca frutos igual o superior a esa medida, en el análisis de varianza se determinó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, manejándose un coeficiente de variación de 13.73% dentro de lo permisible.

Cuadro 12. Análisis de varianza de longitud de plátano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	18.086914	6.028971	2.2978	0.083
ERROR	76	199.413086	2.623856		
TOTAL	79	217.500000			

Fuente: el autor, 2016.

5. Análisis económico

En el análisis económico entre las dosis de fertilizantes estudiadas se consideró el peso de la caja vendida en el mercado de Estados Unidos de Norte América de 22.61 Kg a USD 12,54 la caja, al momento de la cosecha.

El rendimiento de los tratamientos se ajustó al 5%. El mayor beneficio bruto se obtuvo con el tratamiento testigo que alcanzó un valor de USD 27542.088 (Cuadro 13). El mayor beneficio neto fue también para el tratamiento cuatro (testigo) que alcanzó un valor de USD 21,557.53, superior a los tratamientos con *Fosfito de Potasio*.

Posterior a ello se calculó la tasa de retorno marginal (TMR), la cual primero se realizó un análisis de dominancia, ordenándose de menor a mayor en base a los costos y por ello el tratamiento con mayor rentabilidad fue el tratamiento cuatro (testigo) que la finca aplica y comparando con el tratamiento uno con la dosis más baja de fosfito de potasio la cual dio un TMR de \$3.94, por lo cual por cada dólar que la unidad invierta recupera el dólar y 3.94 dólares más.

Cuadro 13. Análisis económico de costos parciales de los tratamientos.

	Tratamiento			
Rubros	1	2	3	4
Rendimiento bruto (kg/ha)	42,460.545	41,216.58	49,691.925	52,272.44
Rendimiento ajustado 5% (kg/ha)	2,123.027	2,060.826	2,484.596	2,613.22
Rendimiento neto (kg/ha)	40,337.518	39,155.754	47,207.329	49,659.22
Beneficio bruto (USD/ha)	22,372.068	21,716.636	26182.216	27542.088
Numero de cajas aprox.	1784.056	1731.789	2087.896	2196.3387
Precio de control de Sigatoka con fertilización foliar (USD/ha)*	568.32	619.52	747.52	603.52
Precio de empaque de cajas (USD/ha) **	4370	4242.88	5115.345	5381.03
Total de costos que varían (USD/ha)	4938.32	4862.47	5862.865	5984.55
Beneficio neto (USD/ha)	17433.74	16854.16	20319.35	21557.53

*Costo anual de 24 aplicaciones

**Costo de empaque según rendimiento aprox.

Fuente: el autor, 2016.

6. Precipitación (mm)

Para lo cual se obtuvieron los registros de precipitación semanal *ver cuadro 14*, de la estación cercana a la finca, los datos sirvieron de referencia para poder comparar con la presencia de la incidencia de la sigatoka en la unidad de práctica.

Cuadro 14. Registro de precipitación semanal de estación Xoluta.

Fecha	Estación	Precipitación semanal (mm)
10/04/2016 - 16/04/2016	Xoluta	0
17/04/2016 - 23/04/2016	Xoluta	0.71
24/04/2016 - 30/04/2016	Xoluta	0.20
01/05/2016 - 07/05/2016	Xoluta	1.91
08/05/2016 - 14/05/2016	Xoluta	2.06
15/05/2016 - 21/05/2016	Xoluta	4.60
22/05/2016 - 28/05/2016	Xoluta	14.17
29/05/2016 - 04/06/2016	Xoluta	10.80
05/06/2016 - 11/06/2016	Xoluta	11.97
12/06/2016 - 18/06/2016	Xoluta	11.97
19/06/2016 - 25/06/2016	Xoluta	7.14
26/06/2016 - 02/07/2016	Xoluta	5.49
03/07/2016 - 09/07/2016	Xoluta	3.00
10/07/2016 - 16/07/2016	Xoluta	2.74
17/07/2016 - 23/07/2016	Xoluta	10.74

Fuente: el autor, 2016.

Los registros de precipitación son relativamente bajos pues son zonas de más bajo registro según ICC, (2016). Para ello se obtuvieron datos de la semana anterior al inicio de la toma de los datos de incidencia ya que anterior a esa fecha no se había tenido presencia de lluvia en la zona. Las primeras precipitaciones se obtuvieron en la semana del primer muestreo y de la primera aplicación de los tratamientos la cual fue de 0.71 mm, manteniéndose relativamente bajos los registros siendo la semana del 22 al 28 de mayo la que obtuvo un 14.17 mm, la más alta registrada.

La presencia de sigatoka guarda una relación directa con la precipitación, a mayor o igual precipitación de 20 mm diario, mayor presencia de la enfermedad.

IX. CONCLUSIONES

1. En la prevención de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), se logró determinar que el efecto del *Fosfito de Potasio* no tuvo ningún resultado positivo en la resistencia de la planta a la enfermedad, presentándose en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), de igual forma en cada uno de los cuatro tratamientos adicionados al MANCOZEB.
2. La incidencia no se vio influida por ninguno de los tres tratamientos con fosfito de potasio, ni con el testigo.
3. El mayor beneficio neto se obtuvo con el tratamiento cuatro que fue el testigo (500 ml de Meister Plus por hectárea) de USD/ha de 21,557.54 y un costo anual de USD/ha de 603.52, y el menor costo por hectárea se obtuvo con el tratamiento uno el cual fue con fosfito de potasio (300 ml por hectárea) con un beneficio de USD/ha de 17,4333.74 y un costo anual de USD/ha 568.32.
4. El mejor rendimiento obtenido en promedio fue con el tratamiento cuatro (500 ml de Meister Plus), presentando un peso de 52,272.44 kilogramo de plátano por hectárea, siguiéndole el tratamiento tres el cual fue con un litro de Fosfito de Potasio por hectárea, con un rendimiento promedio de 49,691.925 (Kg/ha).
5. La relación entre precipitación e incidencia de la enfermedad es directa, ya que a mayor precipitación mayor, la incidencia dentro del cultivo.

X. RECOMENDACIONES

1. Continuar evaluando el efecto de *Fosfito de Potasio* en diferentes edades de la plantía de plátano (*Musa paradisiaca*), hasta llegar a floración, así mismo evaluar diferentes formas de aplicación de los fosfitos a la planta.
2. Evaluar diferentes dosis del tratamiento cuatro (500 ml/ha Meister Plus), con relación al rendimiento de plátano por hectárea.
3. Realizar el experimento en diferentes épocas del año para poder evaluar el comportamiento de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en diferentes condiciones climáticas.
4. Realizar futuros experimentos con uso de materias primas para poder hacer mezclas propias con los ingredientes activos.
5. Utilizar el tratamiento cuatro bajo las condiciones de la finca, ya que este no presentó diferencia significativa con los demás tratamientos y se obtiene el mejor beneficio neto.

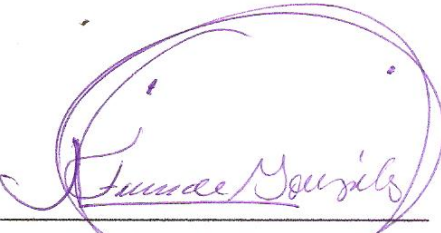
XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Alarcón, J., & Jiménez, Y. (7 de Junio de 2012). *Cultivo de plátano*. FAO. Recuperado el 06 de Junio de 2016, de http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resource_s_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf
2. Albrigo, L. C. (1999). Effects of foliar applications of urea or Nutriphite on flowering and yields of valencia orange trees. *Agriculture* , (112); 1-4.
3. Álvarez, E., Pantoja, A., Gañan, L., & Ceballos, G. (2013). *La Sigatoka negra en plátano y banano*. Guia de reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. Colombia. (29); 7-11.
4. ANACAFE. (2011). *Cultivo de Plátano*. Recuperado el 26 de marzo de 2016. http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_platano
5. Asencio, I. (2004). *Experiencia en el manejo de las principales enfermedades en el cultivo de plátano (Musa balbisiana) de exportacion en áreas comerciales de la empresa COBIGUA, en la costa sur de Guatemala*. Guatemala, GT.
6. Balcázar, C. (07 de Junio de 1999). *Guia Práctica: El cultivo del plátano*. Colombia: INIBAP. Recuperado el 18 de julio de 2016. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm
7. Banco de Guatemala. (2016). *Informe anual de exportaciones*. Recuperado el 24 de septiembre de 2016. https://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/4T_2015_JM.PDF
8. Carmona, M., & Sautua, F. (30 de enero de 2005). *International Plant Nutrition Institute* . Recuperado el 24 de marzo de 2016. [https://www.ipni.net/ppiweb/pltams.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/dc9e7f0bb8c116aa8525789900774247/\\$FILE/CARMONA%20-%20Nutrici%C3%B3n,%20fosfitos%20y%20enfermedades%20en%20cultivos%20extensivos.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/pltams.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/dc9e7f0bb8c116aa8525789900774247/$FILE/CARMONA%20-%20Nutrici%C3%B3n,%20fosfitos%20y%20enfermedades%20en%20cultivos%20extensivos.pdf)
9. Ceballos Guzman, C. A., & Luna Ercilla, C. A. (2012). Fosfito de Potasio. *Informe Frutihortícola*, (18); 1-5.
10. Corporación Bananero Nacional. (2013). *Proyecto demostrativo con implementacion de BPA en el cultivo de banano*. Recuperado el 05 de febrero de 2016. <http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/adaptacion/casos/Sigatoka.pdf>
11. Doberman, A., Cassman, K., Mamaril, C., & Sheely, J. (1998). *Manejo intensivo de fosforo, potasio y azufre en siembra de arroz en suelos bajos*. Minnesota, USA. Fiel Crops Res.
12. Denman, E., & Ribeiro, O. (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide*. Minnesossota, USA. Knob.
13. *Fosfito de potasio*. (06 de marzo de 2012). Recuperado el 15 de diciembre de 2016, <http://agrotemario.com/noticia/936/fosfito-de-potasio-un-nuevo-concepto-en-sanidad-y-fertilizacion>

14. Frutihortícola. (2015). Alternativas en la agricultura. *Informe frutihortícola*, (30); 1-6.
15. Greenber, J. (1997). Programmed cell death in plant-pathogen interactions. . *Annual Review o Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, (48); 525-545.
16. Guzmán, M. (2009). *Croplife Latin America*. Recuperado el 7 de junio de 2016. <http://www.croplifela.org/es/proteccion-de-cultivos/plaga-del-mes/sigatoka-negra.html>
17. León, J. (2000). *Botánica de los cultivo tropicales*. San José, C.R.: Agroamérica, Instituto Internacional de Cooperacion para la Agricultura (IICA).
18. Lovat, C., & Mikkelsen. (2006). Fosfito: ¿Qué es? ¿Se puede usar? ¿Qué puede hacer? *Informaciones Agronomicas*, Ciudad de Mexico, MX.
19. MAGA. (22 de Mayo de 2013). *El agro en cifras*. Recuperado el (2 de abril de 2016. <http://web.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>
20. Masache, S. (2014). *Estudio sobre dos épocas de aplicación de cinco niveles de fosfito potásico en arroz (Oryza sativa L.)*. En S. Masache. (*Tesis de grado*) (pág. 101). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Ecuador
21. Mogollón, A., & Castaño, J. (2011). Efecto de inductores de resistencia en plantulas de plátano dominico-hartón (musa balbisiana aab) contra mycosphaerella spp. *PROAGRO*. Colombia: ISSN (4); 45-51.
22. Olivares Sáenz, E. (1994). *Paquete de diseños experimentales FAUNAL*. (Vol. Version 2.5). México: Universidad Autonoma de Nuevo Leon. Facultad de Agronomia.
23. Orozco-Santos, M., Garcia-Mariscal, K., Manzo-Sánchez, G., Guzman-Gonzalez, S., Martinez-Bolaños, L., Beltrán-Garcia, M. & Canto-Canché, B. (2013). *La sigatoka negra y su manejo integrado en banano*. (Vol. 1). (M. Orozco, Ed.) Tecomán, Colima, MX.: Prometeo Editores, S.A. de C.V.
24. Potenz. (2001). *Catálogo de productos*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016. <https://es.scribd.com/doc/151202844/Catalogo-de-Productos-V>
25. Ramírez, C., Castaño, J., Villegas, B., & Aristizabal, M. (2012). *Efecto de inductores de resitencia sobre las sigatokas negra (Mycosphaerella fijiensis morelet) y amarilla (Mycosphaerella musicola leach) en platano*. Recuperado el 22 de septiembre de 2016. [https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Aristizabal_Loaiza/publication/262670170_EFFECT_OF_QUEMICAL_INDUCERS_OF_DISEASE_RESISTANCE_TO_BLACK_\(Mycosphaerella_fijiensis_MORELET\)_AND_YELLOW_SIGATOKAS_\(Mycosphaerella_musicola_LEACH\)_IN_PLANTAIN/links/0f317](https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Aristizabal_Loaiza/publication/262670170_EFFECT_OF_QUEMICAL_INDUCERS_OF_DISEASE_RESISTANCE_TO_BLACK_(Mycosphaerella_fijiensis_MORELET)_AND_YELLOW_SIGATOKAS_(Mycosphaerella_musicola_LEACH)_IN_PLANTAIN/links/0f317)

26. SAGARPA. Secretaria Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion. (2013). La sigatoka y su manejo integrado en banano. En M. Orozco, K. Garcia, S. Guzman, L. Martínez, M. Beltrán, E. Garrido, . . . B. Canto, *La sigatoka negra y su manejo integrado en banano*. (pág. 174). Tecomán, Colima, MX.: Prometeo Editores, S.A. de C.V.
27. Simmons, Ch. S., Tárano T., J.M., & Pinto Z., J.H. (1959). *Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Trad. Pedro Tirano-Sulsona. Guatemala, GT.: Editorial José de Pineda Ibarra.

Vo.Bo.


Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC

XII. ANEXOS

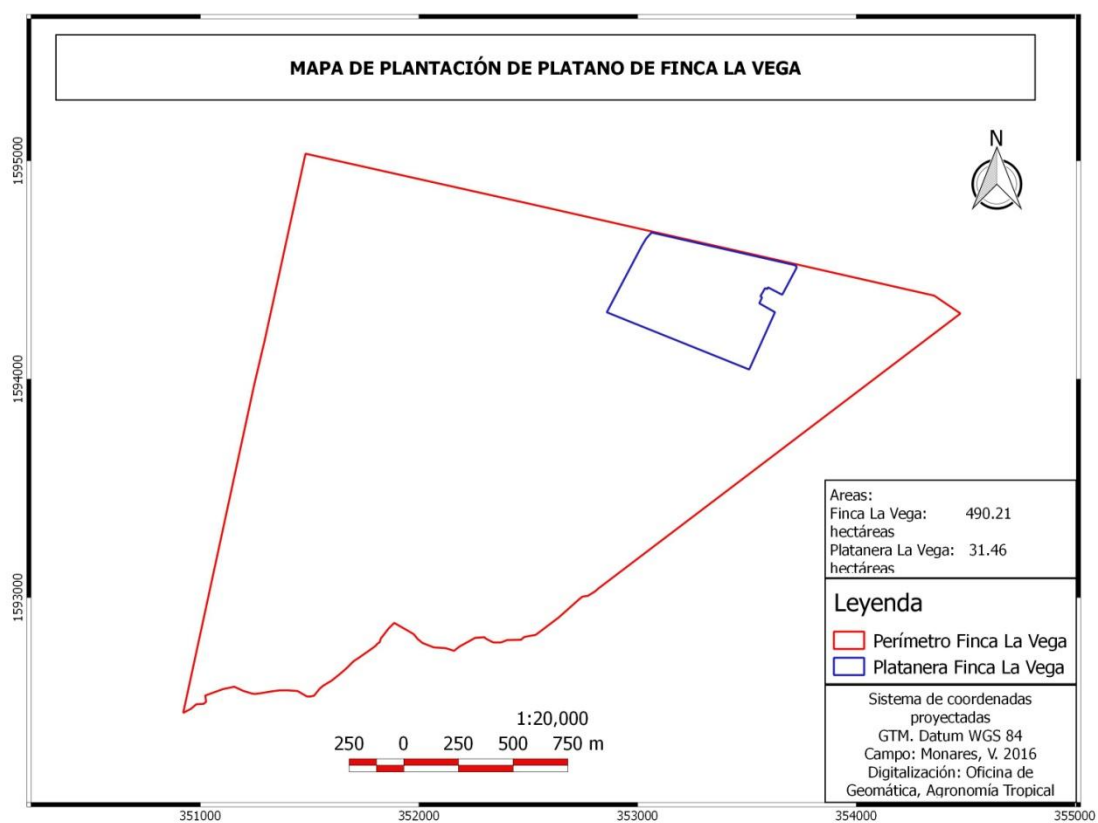


Figura 10. Mapa de finca La Vega, sin orto foto.

Fuente: El autor, 2016

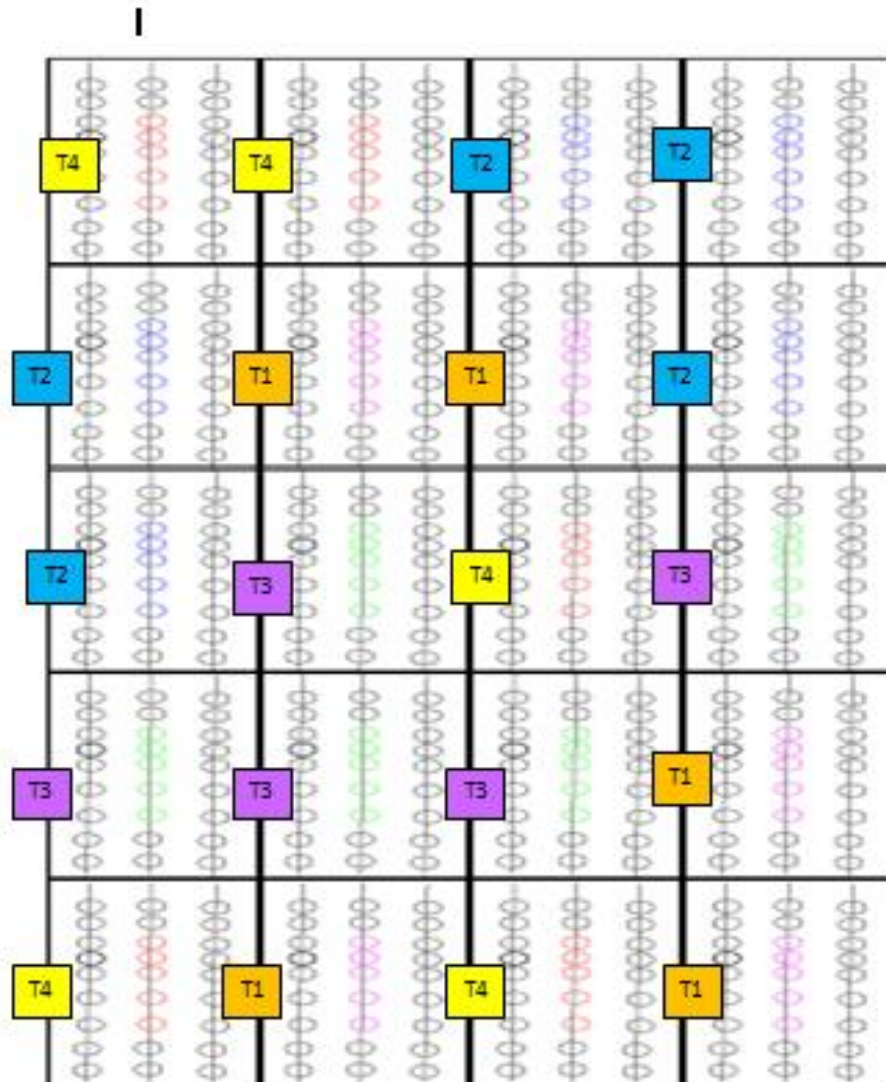


Figura 11. Distribución de los tratamientos

Fuente: el autor, 2016.

Cuadro 15. Datos de cosecha de tratamiento uno (300 ml/ha de *Fosfito de Potasio*).

TRATAMIENTO 1					
NO.	NUMERO DE DEDOS	PESO BRUTO	PESO NETO	DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Pulgadas)
1	38	41.86	38.09	4.2	11.04
2	41	31.2	28.5	4.86	12.72
3	44	30.89	29.21	4.85	12.76
4	44	42.65	39.31	4.83	12.77
5	41	30.69	28.3	4.86	12.77
6	41	44.34	39.82	4.89	11.14
7	44	31.95	29.34	4.84	11.16
8	44	39.78	38.08	4.87	12.74
9	42	37.65	35.82	4.85	11.08
10	42	35	33.6	4.86	13.37
11	42	37.04	35.52	4.8	12.71
12	44	40.3	38.6	4.84	12.73
13	44	38.6	36.25	4.86	12.68
14	42	40.3	38.6	4.86	12.8
15	42	38.82	37.34	4.88	12.76
16	39	38.6	37.34	4.87	12.82
17	39	24.73	23.52	4.84	12.69
18	43	32.73	30.13	4.88	12.77
19	40	26.82	25.78	4.81	12.68
20	40	26.39	25.52	4.88	10.16

Fuente: el autor, 2016.

Cuadro 16. Datos de cosecha de tratamiento dos, (500ml/ha de Fosfito de Potasio)

TRATAMIENTO 2					
NO.	NUMERO DE DEDOS	PESO BRUTO	PESO NETO	DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Pulgadas)
1	39	37.78	33.6	4.21	10.76
2	43	39.85	37.4	4.57	12.07
3	44	40.58	39.7	4.78	12.44
4	44	20.58	18.62	1.46	6.69
5	44	35.75	34.04	4.85	12.68
6	43	39.47	38	4.82	12.55
7	35	39.4	37.05	4.78	12.44
8	38	36.48	35.12	4.84	12.63
9	44	40.21	38.71	4.84	12.725
10	42	37.16	35.61	4.79	12.62
11	41	38.46	37.61	4.82	12.66
12	39	31.58	29.87	4.25	11.3
13	41	37.82	35.48	4.83	12.59
14	44	39.54	37.85	4.81	12.6
15	43	37.52	34.5	4.8	12.57
16	41	30.11	29.09	4.83	12.72
17	44	39.54	37.52	4.83	12.59
18	41	27.89	25.78	4.84	12.66
19	44	39.45	38.08	4.84	12.83
20	41	25.52	24.25	4.78	12.61

Fuente: el autor, 2016

Cuadro 17. Datos de cosecha de tratamiento tres (1000ml/ha de *Fosfito de Potasio*)

TRATAMIENTO 3					
NO.	NUMERO DE DEDOS	PESO BRUTO	PESO NETO	DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Pulgadas)
1	40	39.56	36.04	4.419	11.87
2	39	37.78	33.6	4.64	10.94
3	42	40.86	38.85	4.84	11.8
4	44	41.68	40.35	4.87	11.45
5	41	40.58	39.14	4.71	11.79
6	42	43.15	41.68	4.83	11.7
7	44	40.89	38.97	4.85	11.5
8	43	40.61	39.1	4.86	11.41
9	35	37.6	35.12	4.61	11.5
10	37	39.58	38.07	4.59	10.65
11	42	41.68	40.15	4.61	11.15
12	43	42.31	40.71	4.62	10.99
13	44	40.59	39	4.62	10.7
14	44	42.15	41.6	4.6	10.85
15	44	45	43.78	4.6	10.91
16	43	43.1	42.01	4.61	10.82
17	44	40.88	39.34	4.62	10.84
18	39	35.7	33.68	4.55	10.781
19	43	43.51	42.36	4.64	10.83

Fuente: el autor, 2016.

Cuadro 18. Datos de cosecha de tratamiento cuatro, (500 ml/ha de Meister Plus).

TRATAMIENTO 4					
NO.	NUMERO DE DEDOS	PESO BRUTO	PESO NETO	DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Pulgadas)
1	44	46.23	44.96	4.77	12.44
2	44	44.68	42.89	4.77	12.47
3	43	40.86	38.85	4.64	12.59
4	42	41.68	40.35	4.6	12.71
5	44	40.58	39.14	4.8	12.7
6	42	43.15	41.68	4.8	12.61
7	43	40.89	38.97	4.77	12.26
8	44	40.61	39.1	6.67	10.78
9	38	35.85	34.47	4.8	12.72
10	43	40.58	39.1	4.81	12.49
11	44	48.85	47.23	4.81	12.48
12	40	41.85	40.69	4.789	12.58
13	43	39.85	37.6	6.71	10.71
14	35	38.94	37.48	4.76	12.3
15	39	47.1	45.3	4.53	11.78
16	43	13.1	42.01	4.75	12.27
17	44	40.88	39.34	4.81	12.48
18	44	48.77	46.63	4.78	12.6
19	44	43.51	42.36	4.77	12.36
20	40	47.3	45	6.86	10.52

Fuente: el autor, 2016.



Figura 12. Plátanos para toma de datos del tratamiento tres (1000ml/ha de *Fosfito de Potasio*).
Fuente: el autor, 2016.



Figura 13. Pesaje de tratamiento uno 300ml/ha de fosfito de potasio.

Fuente: el autor, 2016.



Figura 14. Plátanos para toma de datos tratamiento cuatro testigo relativo (500 ml/ha de Meister Plus)

Fuente: el autor, 2016



Figura 15. Toma de datos de diámetro de plátanos.

Fuente: el autor, 2016.



Figura 16. Medición de longitud en plátanos
Fuente: el autor, 2016.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC–
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE –CUNSUROC–
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ

Mazatenango, Suchitepequez, junio de 2017

M.Sc. Jorge Rubén Sosof
Coodinador Carrera Agronomia
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

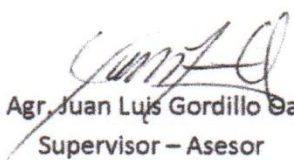
Respetable M.Sc. Jorge Sosof

Por Medio de la presente se hace constar que he procedido a revisar el trabajo de graduacion titulado: **Evaluacion de tres dosis de fosfito de potasio para prevencion de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca "La Vega", Retalhuleu.** Presentado por el estudiante: **Victor Jose Flores Monares**, quien se identifica con carné No. 200730955 y CUI 1954276961101, de la carrera de Agronomia Tropical.

Luego de la revision del informe considero que el mismo llena los requisitos para continuar los tramites correspondientes por lo que firmo la presente en calidad de supervisor y revisor del trabajo de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente.


Ing. Agr. Juan Luis Gordillo Gajaca
Supervisor – Asesor
CUNSUROC - USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC–
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE –CUNSUROC–
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ

Mazatenango, Suchitepequez, junio de 2017

Dr. Guillermo Tello
Director Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Dr. Guillermo Tello:

Por medio de la presente, me permito informar que el estudiante Victor José Flores Monares, quien se identifica con carné No. 200730955, de la carrera de Agronomía Tropical ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación de tres dosis de fosfito de potasio para prevención de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en finca "La Vega", Retalhuleu.** El cual fue supervisado y revisado por el profesional Ing. Agr. Juan Luis Gordillo Oajaca, catedrático de la carrera de Agronomía Tropical.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical hago constar que el estudiante Victor José Flores Monares ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a consideración el documento para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,

Ing. Agr. Msc. Jorge Ruben Sosof
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Sur Occidente
AGRONOMÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-04-2017

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintiuno de agosto de dos mil diecisiete.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FOSFITO DE POTASIO PARA PREVENCIÓN DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), EN FINCA "LA VEGA", RETALHULEU", del estudiante: Victor José Flores Monares, carné 200730955 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Candia", written over a horizontal line.

Dr. Guillermo Vinicio Tello Candia
Director

